

від зовнішніх умов має характеризувати саме тісто відповідної рецептури. Недоліком вище згаданої роботи є неврахування сил тертя, що спрощує розв'язання поставлених завдань, але не дозволяє отримувати реальну картину процесу.

УДК 664

Кравченко Х.Ю. – аспірант, Стадник І.Я. - професор

Тернопільський національний технічний університет ім. Івана Пулюя

ВПЛИВ ШОРСТКОСТІ ПОВЕРХНІ НЕРЖАВІЮЧОЇ СТАЛІ НА АДГЕЗІЮ МІКРОБНОЇ БІОПЛІВКИ *S. AUREUS* ТА *E. COLI* У МОЛОЧНІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ

Kravcheniuk K., Stadnyk I.

Ternopil Ivan Puluj National Technical University

INFLUENCE OF THE SURFACE ROUGHNESS OF STAINLESS STEEL ON ADHESION OF MICROBIAL BIOFILMS *S. AUREUS* AND *E. COLI* IN THE DAIRY INDUSTRY

Ключові слова: шорсткість поверхні, біоплівки, молочне обладнання

Keywords: surface roughness, biofilm, dairy equipment

Формування мікробних біоплівок на молочному обладнанні створює серйозну проблему, адже вони погано видаляються мийними і дезінфікуючими засобами, що призводить до забруднення молочних продуктів мікроорганізмами. Повідомляється, що мікробна адгезія є складним біологічним процесом, на який впливають фізіологічні особливості мікроорганізмів [1], фізико-хімічні властивості поверхні [2], чинники навколишнього середовища [3] тощо. Проте, серед багатьох наведених чинників, які впливають на процес адгезії і плівкоутворення до нержавіючої сталі, дослідники [4] вважають, що властивості поверхні, зокрема шорсткість поверхні відіграють основну роль. Тому при вивченні мікробної адгезії звертають увагу на шорсткість поверхні та параметри топографії. Літературні дані вказують [5], що зношення поверхні нержавіючої сталі в молочній промисловості може змінити шорсткість, яка погіршує процес миття і тим самим підвищити мікробну адгезію. У зношених потертостях нержавіючої сталі накопичуються органічні речовини, які збільшують площу поверхні для контакту мікроорганізмів, а також є добрим поживним середовищем для розвитку.

Таким чином, з аналізу літературних джерел видно, що шорсткість поверхні та її рельєф відіграють важливу роль у процесі адгезії і формуванні біоплівок. Збільшення шорсткості поверхні збільшує її площу, і тим самим покращуються умови для адгезії бактерій. Тому, чим більша шорсткість, тим краще поверхня захищає мікроорганізми від чинників навколишнього середовища, зокрема у молочній промисловості від санітарної обробки мийними і дезінфікуючими засобами. Вивчення і розуміння ролі фізико-хімічних властивостей поверхні технологічного обладнання у процесі мікробної адгезії та формування біоплівки є актуальним, так як дозволить контролювати розвиток небажаних мікроорганізмів в технології виготовлення молочних продуктів [6,7].

Метою дослідження було визначити вплив різної шорсткості поверхні нержавіючої сталі на процес мікробної адгезії і плівкоутворення, залежно від фізіологічних і морфологічних особливостей мікроорганізмів, які контамінують обладнання.

Встановлено, що процес плівкоутворення за температури +25 °С, залежав від часу інкубації та шорсткості поверхні нержавіючої сталі. За шорсткості поверхні сталі $2,687 \pm 0,014$ мкм щільність сформованих біоплівок у *E. coli* на 6 год інкубації була в 1,3–1,9 рази ($p < 0,05$) більша, порівняно з біоплівками утвореними на пластинках сталі з

шорсткістю $0,63 \pm 0,087$ та $0,16 \pm 0,018$ мкм. Водночас щільність сформованих біоплівки *S. aureus* на поверхнях нержавіючої сталі з шорсткістю $2,687 - 0,63$ мкм упродовж 24 годинного періоду інкубації зростала практично однаково і вірогідної різниці між ними не виявлено.

Виявлено, що щільність сформованих біоплівки у *S. aureus* упродовж 6–12 год інкубації на поверхні сталі з шорсткістю від 0,95 до 0,63 мкм була в 1,3–1,5 рази ($p < 0,05$) більша, ніж у *E. coli*. Це пояснюється великими розмірами *E. coli* і нездатністю поміститися у западини шорсткості нижче 0,95 мкм. Водночас, *S. aureus* завдяки меншим розмірам і кулястій формі у западини такої величини добре поміщається і адгезується. Тому процес плівкоутворення у *S. aureus* за шорсткості поверхні нержавіючої сталі $0,95 - 0,63$ мкм проходить інтенсивніше.

Отже, виявлені механізми процесу плівкоутворення на нержавіючій сталі з різною шорсткістю дають можливість запропонувати для виробництва харчової сталі проводити обробку поверхні до шорсткості нижче 0,63 мкм для зниження інтенсивності процесу плівкоутворення.

Література

1. Langsrud, S., Moen, B., Møretrø, T. (2016). Microbial dynamics in mixed culture biofilms of bacteria surviving sanitation of conveyor belts in salmon processing plants. *Journal of Applied Microbiology*, 120 (2), 366–378. DOI: 10.1111/jam.13013
2. Moriarty, T. F., Poulsson, A. H. C., Rochford, E. T. J., Richards, R. G. (2011). Bacterial Adhesion and Biomaterial Surfaces, In: P. Ducheyne (Ed.), *Comprehensive Biomaterials*, Elsevier Ltd., Oxford, 75–100.
3. Krushelnytska, N.V. (2013). Influence of pH on the ability to form microbial biofilms by microorganisms isolated from milking equipment and raw milk. *Scientific and Technical Bulletin of the Institute of Animal Biology and the State Scientific-Research Control Institute of Veterinary Preparations and Feed Additives*, 14, (3-4), 82-86. Available at: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Ntbibt_2013_14_3-4_17
4. Merritt, K., An, Y. H. (2000). Factors Influencing Bacterial Adhesion. *Handbook of Bacterial Adhesion*, Humana Press, New Jersey 2000, 53–72.
5. Verran, J., Airey, P., Packer, A., Whitehead, K. A. (2008). Microbial Retention on Open Food Contact Surfaces and Implications for Food Contamination, In: A. I. Laskin, S. Sariaslani, G. M. Gadd (Eds.), *Advances in Applied Microbiology*, Academic Press, Massachusetts, 223–246.
6. Mykola Kukhtyn, Oleksandra Berhilevych, Khrystyna Kravcheniuk, Oksana Shynkaruk, Yulia Horyuk, Nazariy Semaniuk The influence of disinfectants on microbial biofilms of dairy equipment 20017
7. M.D. Kukhtyn, Y.V. Horyuk, V.V. Horyuk, T.Y. Yaroshenko, O.I. Vichko, O.S. Pokotylo Biotype characterization of Staphylococcus aureus isolated from milk and dairy products of private production in the western regions of Ukraine / Regulatory Mechanisms in Biosystems. 2017. №3. Vol. 8. P. 384-388